

5

## **Vorrichtung und Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges**

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlbandes, in der der Metallstrang vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall aufnehmenden Behälter und durch einen vorgeschalteten Führungskanal hindurchgeführt wird, mit  
15 mindestens zwei beiderseits des Metallstranges im Bereich des Führungskanals angeordneten Induktoren zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls im Behälter und mit mindestens einem Sensor zur Ermittlung der Lage des Metallstranges im Bereich des Führungskanals. Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges.

20

Klassische Metall-Tauchbeschichtungsanlagen für Metallbänder weisen einen wartungsintensiven Teil auf, nämlich das Beschichtungsgefäß mit der darin befindlichen Ausrüstung. Die Oberflächen der zu beschichtenden Metallbänder müssen vor der Beschichtung von Oxidresten gereinigt und für die Verbindung  
25 mit dem Beschichtungsmetall aktiviert werden. Aus diesem Grunde werden die Bandoberflächen vor der Beschichtung in Wärmeprozessen in einer reduzierenden Atmosphäre behandelt. Da die Oxidschichten zuvor chemisch oder abrasiv entfernt werden, werden mit dem reduzierenden Wärmeprozess die Oberflächen so aktiviert, dass sie nach dem Wärmeprozess metallisch rein vorliegen.  
30

Mit der Aktivierung der Bandoberfläche steigt aber die Affinität dieser Bandoberflächen für den umgebenden Luftsauerstoff. Um zu verhindern, dass Luftsauerstoff vor dem Beschichtungsprozess wieder an die Bandoberflächen  
35 gelangen kann, werden die Bänder in einem Tauchrüssel von oben in das Tauchbeschichtungsbad eingeführt. Da das Beschichtungsmetall in flüssiger

5 Form vorliegt und man die Gravitation zusammen mit Abblasvorrichtungen zur Einstellung der Beschichtungsdicke nutzen möchte, die nachfolgenden Prozesse jedoch eine Bandberührung bis zur vollständigen Erstarrung des Beschichtungsmetalls verbieten, muss das Band im Beschichtungsgefäß in senkrechte Richtung umgelenkt werden. Das geschieht mit einer Rolle, die im flüssigen  
10 Metall läuft. Durch das flüssige Beschichtungsmetall unterliegt diese Rolle einem starken Verschleiß und ist Ursache von Stillständen und damit Ausfällen im Produktionsbetrieb.

Durch die gewünschten geringen Auflagedicken des Beschichtungsmetalls, die  
15 sich im Mikrometerbereich bewegen können, werden hohe Anforderungen an die Qualität der Bandoberfläche gestellt. Das bedeutet, dass auch die Oberflächen der bandführenden Rollen von hoher Qualität sein müssen. Störungen an diesen Oberflächen führen im allgemeinen zu Schäden an der Bandoberfläche. Dies ist ein weiterer Grund für häufige Stillstände der Anlage.

20

Um die Probleme zu vermeiden, die im Zusammenhang mit den im flüssigen Beschichtungsmetall laufenden Rollen stehen, hat es Ansätze dazu gegeben, ein nach unten offenes Beschichtungsgefäß einzusetzen, das in seinem unteren Bereich einen Führungskanal zur vertikalen Banddurchführung nach oben  
25 aufweist und zur Abdichtung einen elektromagnetischen Verschluss einzusetzen. Es handelt sich hierbei um elektromagnetische Induktoren, die mit zurückdrängenden, pumpenden bzw. einschnürenden elektromagnetischen Wechsel- bzw. Wanderfeldern arbeiten, die das Beschichtungsgefäß nach unten abdichten.

30

Eine solche Lösung ist beispielsweise aus der EP 0 673 444 B1 bekannt. Einen elektromagnetischen Verschluss zur Abdichtung des Beschichtungsgefäßes nach unten setzt auch die Lösung gemäß der WO 96/03533 bzw. diejenige gemäß der JP 5086446 ein.

35

5 Die Beschichtung von nicht ferromagnetischen Metallbändern wird damit zwar möglich, jedoch treten bei den im wesentlichen ferromagnetischen Stahlbändern damit Probleme auf, dass diese in den elektromagnetischen Abdichtungen durch den Ferromagnetismus an die Kanalwände gezogen werden und die Bandoberfläche dadurch beschädigt wird. Weiterhin ist es problematisch, dass  
10 das Beschichtungsmetall und das Metallband selber durch die induktiven Felder unzulässig erwärmt werden.

Bei der Lage des durchlaufenden ferromagnetischen Stahlbandes durch den Führungskanal zwischen zwei Wanderfeldinduktoren handelt es sich um ein  
15 instabiles Gleichgewicht. Nur in der Mitte des Führungskanals ist die Summe der auf das Band wirkenden magnetischen Anziehungskräfte Null. Sobald das Stahlband aus seiner Mittenlage ausgelenkt wird, gerät es näher an einen der beiden Induktoren, während es sich vom anderen Induktor entfernt. Ursachen für eine solche Auslenkung können einfache Planlagefehler des Bandes sein.  
20 Zu nennen wären dabei jegliche Art von Bandwellen in Laufrichtung, gesehen über die Breite des Bandes (Centerbuckles, Quarterbuckles, Randwellen, Flattern, Verdrehen, Crossbow, S-Form etc.). Die magnetische Induktion, die für die magnetische Anziehungskraft verantwortlich ist, nimmt gemäß einer Exponentialfunktion mit dem Abstand vom Induktor in ihrer Feldstärke ab. In ähnlicher  
25 Weise nimmt daher die Anziehungskraft mit dem Quadrat der Induktionsfeldstärke mit wachsendem Abstand vom Induktor ab. Für das ausgelenkte Band bedeutet das, dass mit der Auslenkung in die eine Richtung die Anziehungskraft zum einen Induktor expotentiell ansteigt, während die rückholende Kraft vom anderen Induktor expotentiell abnimmt. Beide Effekte verstärken sich von  
30 selbst, so dass das Gleichgewicht instabil ist.

Zur Lösung dieses Problems, also zur genauen Lageregelung des Metallstrangs im Führungskanal, geben die DE 195 35 854 A1 und die DE 100 14 867 A1 Hinweise. Gemäß den dort offenbarten Konzepten ist vorgesehen, dass neben den Spulen zur Erzeugung des elektromagnetischen Wanderfeldes zusätz-  
35 liche Zusatzspulen vorgesehen sind, die mit einem Regelungssystem in Verbin-

- 5      dung stehen und dafür Sorge tragen, dass das Metallband beim Abweichen von der Mittellage in diese wieder zurückgeholt wird.

Zur Lageregelung des Metallstranges im Führungskanal ist die genaue Erfassung der Lage eine wichtige Voraussetzung. In der WO 01/11101 A1, der JP 10298727 und der JP 10046310 sind hierfür Sensoren offenbart, ohne dass deren spezifischer Aufbau und die konkrete Anordnung dort angegeben wären.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, für eine gattungsgemäße Vorrichtung einen Sensor zur Ermittlung der Lage des Metallstranges im Führungskanal anzugeben, der sich durch eine hohe Messgenauigkeit, einen einfachen Aufbau und eine kostengünstige Herstellungsmöglichkeit auszeichnet. Damit soll die Effizienz der Regelung des Metallstranges in der Mittenenebene des Führungskanals erhöht werden können.

20      Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor zur Ermittlung der Lage des Metallstranges aus zwei Spulen besteht, die - in Förderrichtung des Metallstranges gesehen - innerhalb der Höhererstreckung der Induktoren und zwischen den Induktoren und dem Metallstrang angeordnet sind.

25      Dabei wird bevorzugt vorgesehen, dass die Spulen und die Induktoren in Bezug auf die Mittenenebene des Führungskanals symmetrisch angeordnet sind.

30      Die Spulen sind vorzugsweise gleich und als Drahtwicklung ohne Kern ausgebildet. Sie können eine oder mehrere Windungen aufweisen. Dabei ist mit Vorteil vorgesehen, dass der Draht der Spulen aus Kupfer besteht. Ferner können die Windungen der Spulen eine runde, eine ovale oder eine rechteckige Form aufweisen.

35      Weiterbildungsgemäß stehen die Spulen mit einer Messvorrichtung zur Messung der in den Spulen induzierten Spannung in Verbindung. Dabei kann vor-

- 5 gesehen werden, dass die Messvorrichtung zur hochohmigen Messung der in den Spulen induzierten Spannungen ausgelegt ist.

Ferner kann die Messvorrichtung einen Differenzbildner aufweisen, mit dem die Differenz der beiden in den Spulen induzierten Spannungen ermittelt werden  
10 kann.

Schließlich kann vorgesehen werden, dass mehrere Paare Spulen in Förder-  
richtung des Metallstranges gesehen innerhalb der Höhenerstreckung der In-  
duktoren zwischen den Induktoren und dem Metallstrang angeordnet sind.

15 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung des Metallstranges wird der Metallstrang vertikal durch den das Beschichtungsmetall aufnehmenden Behälter und durch den vorgeschalteten Führungskanal hindurchgeführt. Zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls im Behälter sind  
20 mindestens zwei beiderseits des Metallstranges im Bereich des Führungskanals positionierte Induktoren angeordnet, wobei mittels mindestens eines Sensors die Lage des Metallstranges im Bereich des Führungskanals ermittelt wird.

Das Verfahren sieht erfindungsgemäß vor, dass zur Ermittlung der Lage des  
25 Metallstranges zwei Spulen vorgesehen sind, die in Förderrichtung des Metallstranges gesehen innerhalb der Höhenerstreckung der Induktoren zwischen den Induktoren und dem Metallstrang angeordnet sind, wobei die in den Spulen induzierten Spannungen gemessen, die gemessenen Spannungen voneinander abgezogen und der sich ergebende Wert zur Ableitung eines Indikators für die  
30 Lage des Metallstranges herangezogen wird. Nach Messung der beiden Induktionsspannungen wird also eine Differenzbildung beider Werte durchgeführt. In Abhängigkeit der ermittelten Differenz wird auf die Höhe der Abweichung des Metallstranges aus der Mittenlage geschlossen.

35 Der vorgeschlagene Sensor zur Lagebestimmung des Metallstranges im Führungskanal zeichnet sich durch einen einfachen und damit kostengünstigen

- 5    Aufbau aus. Weiterhin ist es mit ihm möglich, die Lage des Stranges sehr genau zu erfassen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

10

Figur 1                schematisch den Schnitt durch eine Schmelztauch-Beschichtungsvorrichtung mit einem durch diese hindurch geführten Metallstrang und

15

Figur 2                eine perspektivische Ansicht eines Induktors mit einer vor diesem angeordneten Messspule.

Die Schmelztauch-Beschichtungsvorrichtung weist einen Behälter 3 auf, der mit schmelzflüssigem Beschichtungsmetall 2 gefüllt ist. Bei diesem kann es sich beispielsweise um Zink oder Aluminium handeln. Der zu beschichtende Metallstrang 1 in Form eines Stahlbandes passiert den Behälter 3 in Förderrichtung R vertikal nach oben. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass es grundsätzlich auch möglich ist, dass der Metallstrang 1 den Behälter 3 von oben nach unten passiert. Zum Durchtritt des Metallstranges 1 durch den Behälter 3 ist dieser im Bodenbereich geöffnet; hier befindet sich ein übertrieben groß bzw. breit dargestellter Führungskanal 4.

Damit das schmelzflüssige Beschichtungsmetall 2 nicht durch den Führungskanal 4 nach unten abfließen kann, befinden sich beiderseits des Metallstranges 1 zwei elektromagnetische Induktoren 5, die ein magnetisches Feld erzeugen, das im flüssigen Beschichtungsmetall 2 Auftriebskräfte bewirkt, die der Schwerkraft des Beschichtungsmetalls 2 entgegenwirken und damit den Führungskanal 4 nach unten hin abdichten.

Bei den Induktoren 5 handelt es sich um zwei gegenüber angeordnete Wechselfeld- oder Wanderfeldinduktoren, die im Frequenzbereich von 2 Hz bis 10

- 5 kHz betrieben werden und ein elektromagnetisches Querfeld senkrecht zur Förderrichtung R aufbauen. Der bevorzugte Frequenzbereich für einphasige Systeme (Wechselfeldinduktoren) liegt zwischen 2 kHz und 10 kHz, der für mehrphasige Systeme (z. B. Wanderfeldinduktoren) zwischen 2 Hz und 2 kHz.
- 10 Ziel ist es, den sich im Führungskanal 4 befindlichen Metallstrang 1 so zu halten, dass er möglichst definiert in einer Position, bevorzugt in der Mittenebene 7 des Führungskanals 4, liegt.

Der sich zwischen den beiden gegenüber liegenden Induktoren 5 befindliche  
15 Metallstrang 1 wird im allgemeinen beim Anlegen eines elektromagnetischen Feldes zwischen den Induktoren 5 zu dem näher gelegenen Induktor angezogen, wobei die Anziehung mit Annäherung an einen Induktor anwächst, was zu einer hochgradig instabilen Bandmittenlage führt. Damit ergibt sich beim Betrieb der Vorrichtung das Problem, dass der Metallstrang 1 aufgrund der Anzie-  
20 hungskraft der Induktoren 5 nicht frei und mittig durch den Führungskanal 4 zwischen den aktivierten Induktoren laufen kann.

Zur Stabilisierung des Metallstranges 1 in der Mittenebene 7 des Führungskanals 4 ist daher ein nicht dargestellter Regelkreis vorgesehen, bei dem – vor-  
25 zugsweise über ebenfalls nicht dargestellte elektromagnetische Zusatzspulen – auf den Metallstrang 1 eingewirkt wird. Durch die Überlagerung der magnetischen Felder der Induktoren 5 und der (nicht dargestellten) Zusatzspulen wird sichergestellt, dass der Metallstrang 1 eine definierte, vorzugsweise mittige, Lage einhält. Dabei kann mittels der Zusatzspulen das magnetische Feld der  
30 Induktoren 5 je nach Ansteuerung verstärkt oder abgeschwächt werden (Superpositionsprinzip).

Die beiden Induktoren 5 sind im wesentlichen gespiegelt zur Mittenebene 7 des Führungskanals 4 angeordnet und weisen zueinander einen Abstand Y auf. Die  
35 Höhererstreckung  $H_0$  der Induktoren – in Förderrichtung R des Metallstranges 1 betrachtet – ist bei beiden Induktoren 5 gleich.

5

Zwischen den Induktoren 5 und dem Metallstrang 1 und namentlich zwischen den Induktoren 5 und der Wand des Führungskanals 4 sind spiegelbildlich zur Mittenebene 7 zwei Spulen 6 und 6' angeordnet. Aus Fig. 1 geht deren Höhenlage H sowie deren Abstand  $X_1$  bzw.  $X_2$  vom Induktor 5 hervor, in Fig. 2 ist in

10 perspektivischer Ansicht eines Induktors 5 mit einer davor angeordneten Spule 6 zu erkennen, dass darüber hinaus die Spule 6 in einer definierten Breitenlage L relativ zum Induktor 5 angeordnet ist.

15

Für eine effiziente Regelung ist es wesentlich, die Lage s des Metallstranges 1 im Führungskanal 4, also die Abweichung von der Mittenebene 7, möglichst genau zu erfassen.

20

Hier kommen die Lagemess-Sensoren (Spulen) 6 bzw. 6' zum Einsatz, die als Drahtwicklungen ohne Kern ausgeführt sind. Sie sind vor den jeweiligen Induktoren 5 im elektromagnetischen Feld angeordnet und zur Messung einer in den Spulen 6, 6' induzierten Spannung  $U_{\text{Ind1}}$  und  $U_{\text{Ind2}}$  geeignet, die proportional zur erzeugten Feldstärke in den Induktoren 5 ist. Die Messung der in den Spulen 6, 6' induzierten Spannung erfolgt stromlos (hochohmig), um das Feld der Induktoren 5 (und ggf. der Zusatzspulen) nicht zu beeinflussen. Bei den Spulen 6, 6'

25 handelt es sich um solche, die eine oder mehrere Windungen eines leitenden Drahtmetalls (z. B. Kupferdraht) aufweisen. Bei der Herstellung der Spulen 6, 6' wird das Drahtmaterial rund, oval, rechteckig oder in ähnlicher Form um einen Mittelpunkt gewickelt.

30

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, sind jeweils zwei Spulen 6, 6' – dargestellt ist nur ein Spulenpaar – so im elektromagnetischen Feld der Induktoren 5 zueinander angeordnet, dass sie ein geometrisch gegenüber liegendes Paar bilden. Dabei sind die Spulen 6, 6' eines zusammengehörigen Paares jeweils zwischen Induktor 5 und Stahlband 1 angeordnet; in Bezug auf die Mittenebene 7 des Führungskanals 4 sind sie gespiegelt angeordnet, d. h. die Höhenlage H

35 der Spule 6, 6', die Breitenlage L der Spulen 6, 6' (s. Fig. 2) sowie der Abstand



5  $X_1$  bzw.  $X_2$  der Spulen 6, 6' vom Induktor 5 sind gleich. Es sei angemerkt, dass die Gleichheit der Abstände  $X_1$  und  $X_2$  nicht notwendige Voraussetzung ist.

Befindet sich der Metallstrang 1 zwischen den Induktoren 5 und somit zwischen den Spulen 6, 6' im gegebenen elektromagnetischen Feld, ändert sich abhängig  
 10 von der Lage s des Metallstranges 1 die gemessene induzierte Spannung in den Spulen 6, 6'. Dies ist auf die Rückkopplung des Metallstranges 1 im Magnetfeld zurückzuführen. Das vorgeschlagene Konzept stellt also auf die Kombination aus Induktoranordnung und Messspulenlage innerhalb des magnetischen Feldes ab, wobei der Effekt der Wechselwirkung des Metallstranges 1  
 15 mit dem Magnetfeld der elektromagnetischen Abdichtung genutzt wird.

Der genutzte Effekt erklärt sich aus folgenden physikalischen Überlegungen:

In den Spulen 6, 6' wird entsprechend des bekannten Prinzips der elektromagnetischen Induktion folgende Spannung induziert:  
 20

$$U_{\text{Ind}} = - n \frac{d\Phi}{dt},$$

mit

25

$U_{\text{Ind}}$ : induzierte Spannung in der Spule,

$n$ : Anzahl der Windungen der Spule,

$d\Phi = B dA$ : magnetische Flussdichte mit

$A$ : Fläche der Spule senkrecht zum magnetischen Feld,

30

$B$ : magnetische Feldstärke.

Damit ist die induzierte Spannung  $U_{\text{Ind}}$  in der Spule 6, 6' proportional zur Feldstärke am Ort der Spule. Durch Differenzbildung der induzierten Spannungen  $U_{\text{Ind}1}$  in der Spule 6 und  $U_{\text{Ind}2}$  in der Spule 6' ergibt sich ohne zwischen den  
 35 Spulen 6, 6' angeordnetem Metallstrang 1 zwischen den Spulen im elektromagnetischen Feld der Induktoren 5 ein der Position der Spulen 6, 6' entsprechen-

- 5 des Differenzsignal, also eine Spannungsdifferenz  $U_{\text{Ind}}$ . Bei idealen Bedingungen und gleichen Abständen  $X_1$  und  $X_2$  ist die Spannungsdifferenz  $U_{\text{Ind}}$  zwischen den Spulen 6 und 6' Null.

- 10 Wird jetzt der Metallstrang 1 zwischen die Spulen 6, 6' in das wirkende elektromagnetische Feld eingebracht, ändert sich bei fester Position der Spulen 6, 6' dieses Differenzsignal  $U_{\text{Ind}}$  der Spulen 6, 6'.

- 15 Nimmt der Metallstrang 1 nun unterschiedliche Lagen  $s$  zwischen den Induktoren 5 und den vorgeschalteten Spulen 6, 6' ein, ergeben sich abhängig von der Lage  $s$  unterschiedliche Differenzsignale der Spulen 6, 6'. Die Lage  $s$  des Metallstranges 1 ergibt sich aus der Differenz der örtlich festen Spulen 6, 6' und ihrer Anordnung gemäß der Parameter Höhenlage  $H$  der Spulen 6, 6', Breitenlage  $B$  der Spulen 6, 6' und Abstand  $X_1$  und  $X_2$  der Spulen 6, 6' vom Induktor 5.

- 20 In den Spulen 6, 6' wird also eine Spannung  $U_{\text{Ind1}}$  und  $U_{\text{Ind2}}$  induziert, gemäß der Beziehung:

$$U_{\text{Ind1}} = -n_1 \frac{d\Phi}{dt} f_1$$

- 25 bzw.

$$U_{\text{Ind2}} = -n_2 \frac{d\Phi}{dt} f_2$$

mit

30

- |                     |  |
|---------------------|--|
| $U_{\text{Ind1}}$ : | induzierte Spannung in der Spule 6,  |
| $U_{\text{Ind2}}$ : | induzierte Spannung in der Spule 6',   |
| $n_1$ :             | Anzahl der Windungen der Spule 6,  |
| $n_2$ :             | Anzahl der Windungen der Spule 6',   |
| 35 $f_1$ :          | Faktor für die Spule 6 als Funktion der Position des Metallstranges und der magnetischen Feldstärke, |

5             $f_2$ :                            Faktor für die Spule 6' als Funktion der Position des  
Metallstranges und der magnetischen Feldstärke.

Die in den Spulen 6, 6' induzierte Spannung wird in einem Teil der Messvorrichtung 8 gemessen. Dem Teil der Messvorrichtung 8, in dem diese Messung erfolgt, ist ein Differenzbildner 9 nachgeschaltet, in dem die Spannungsdifferenz  
10         $U_{\text{Ind}}$  bestimmt wird, also die Differenz zwischen der induzierten Spannung  $U_{\text{Ind1}}$  in der Spule 6 und der induzierten Spannung  $U_{\text{Ind2}}$  in der Spule 6'. Dem Differenzbildner 9 ist in der Messvorrichtung 8 eine Einheit nachgeordnet, in der ausgehend von der Spannungsdifferenz  $U_{\text{Ind}}$  auf die Lage  $s$  des Metallstranges 1 relativ zur Mittenebene 7 des Führungskanals 4 rückgerechnet werden  
15        kann. Der hier hinterlegte Funktionsverlauf für die Lage  $s$  des Metallstranges ist abhängig von der Spannungsdifferenz  $U_{\text{Ind}}$ .

Durch Rückkopplung des zwischen den Spulen 6, 6' angeordneten Metallstranges 1 und der damit bandlageabhängigen und magnetfeldabhängigen Veränderung der einzelnen in den Spulen 6, 6' induzierten Spannungen ergibt sich damit die Lage  $s$  des Metallstranges 1 gemäß der gemessenen Spannungsdifferenz  $U_{\text{Ind}}$  nach einer in der Messvorrichtung 8 hinterlegten Funktion. Somit ist es in einfacher und exakter Weise möglich, die Lage  $s$  des Metallstranges 1 zu  
20        ermitteln und bei der Lageregelung des Stahlbandes zu nutzen.

5

**Bezugszeichenliste**

40 517

10

1 Metallstrang (Stahlband)

2 Beschichtungsmetall

3 Behälter

4 Führungskanal

15

5 Induktor

6 Sensor (Spule)

6' Sensor (Spule)

7 Mittenebene des Führungskanals

8 Messvorrichtung

20

9 Differenzbildner

s Lage des Metallstranges

R Förderrichtung

H<sub>0</sub> Höhenerstreckung des Induktors

25

Y Abstand der Induktoren

H Höhenlage der Spule

L Breitenlage der Spule

X<sub>1</sub> Abstand der Spule 6 vom InduktorX<sub>2</sub> Abstand der Spule 6' vom Induktor

30

U<sub>Ind1</sub> induzierte Spannung in der Spule 6U<sub>Ind2</sub> induzierte Spannung in der Spule 6'U<sub>Ind</sub> Spannungsdifferenz

5

## Patentansprüche

- 10 1. Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbesondere eines Stahlbandes, in der der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgeschalteten Führungskanal (4) hindurchgeführt wird, mit mindestens zwei beiderseits des Metallstranges
- 15 (1) im Bereich des Führungskanals (4) angeordneten Induktoren (5) zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) und mit mindestens einem Sensor (6, 6') zur Ermittlung der Lage (s) des Metallstranges (1) im Bereich des Führungskanals (4),
- 20 **dadurch gekennzeichnet,**
- dass der Sensor zur Ermittlung der Lage des Metallstranges (1) aus zwei Spulen (6, 6') besteht, die in Förderrichtung (R) des Metallstranges (1) gesehen innerhalb der Höhenerstreckung ( $H_0$ ) der Induktoren (5) zwischen den Induktoren (5) und dem Metallstrang (1) angeordnet sind.
- 25
- 30 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (6, 6') und die Induktoren (5) in Bezug auf die Mittenebene (7) des Führungskanals (4) symmetrisch angeordnet sind.
- 35 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (6, 6') gleich und als Drahtwicklung ohne Kern ausgebildet sind.

- 5     4.     Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen  
         (6, 6') eine oder mehrere Windungen aufweisen.
- 10     5.     Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der  
         Draht der Spulen (6, 6') aus Kupfer besteht.
- 15     6.     Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
         dass die Windungen der Spulen (6, 6') eine runde, eine ovale oder eine  
         rechteckige Form aufweisen.
- 20     7.     Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,  
         dass die Spulen (6, 6') mit einer Messvorrichtung (8) zur Messung der in  
         den Spulen (6, 6') induzierten Spannung ( $U_{Ind1}$ ,  $U_{Ind2}$ ) in Verbindung ste-  
         hen.
- 25     8.     Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Mess-  
         vorrichtung (8) zur hochohmigen Messung der in den Spulen (6, 6') indu-  
         zierten Spannungen ( $U_{Ind1}$ ,  $U_{Ind2}$ ) ausgelegt ist.
- 30     9.     Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die  
         Messvorrichtung (8) einen Differenzbildner (9) aufweist, mit dem die Dif-  
         ferenz ( $U_{Ind}$ ) der beiden in den Spulen (6, 6') induzierten Spannungen  
         ( $U_{Ind1}$ ,  $U_{Ind2}$ ) ermittelt werden kann.
- 35     10.    Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,  
         dass mehrere Paare Spulen (6, 6') in Förderrichtung (R) des Metallstran-

5           ges (1) gesehen innerhalb der Höhererstreckung ( $H_0$ ) der Induktoren (5) zwischen den Induktoren (5) und dem Metallstrang (1) angeordnet sind.

11.   Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbesondere eines Stahlbandes, bei dem der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgeschalteten Führungskanal (4) hindurchgeführt wird, bei dem mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) im Bereich des Führungskanals (4) angeordneten Induktoren (5) ein elektromagnetisches Feld zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) erzeugt wird und bei dem mit mindestens einem Sensor (6, 6') die Lage (s) des Metallstranges (1) im Bereich des Führungskanals (4) ermittelt wird,  
15           **dadurch gekennzeichnet,**  
20           dass zur Ermittlung der Lage des Metallstranges (1) zwei Spulen (6, 6') vorgesehen sind, die in Förderrichtung (R) des Metallstranges (1) gesehen innerhalb der Höhererstreckung ( $H_0$ ) der Induktoren (5) zwischen den Induktoren (5) und dem Metallstrang (1) angeordnet sind, wobei die in den Spulen (6, 6') induzierten Spannung ( $U_{\text{Ind1}}$ ,  $U_{\text{Ind2}}$ ) gemessen, die  
25           gemessenen Spannungen voneinander abgezogen und der sich ergebende Wert zur Ableitung eines Indikators für die Lage des Metallstranges (1) herangezogen wird.

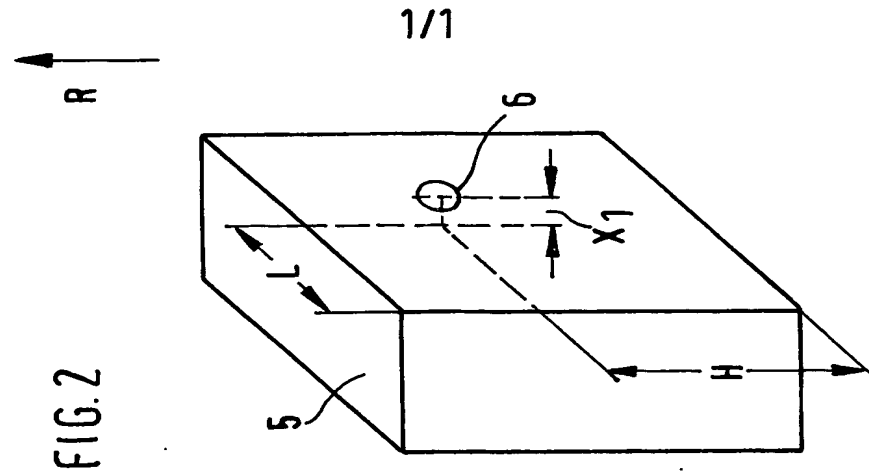
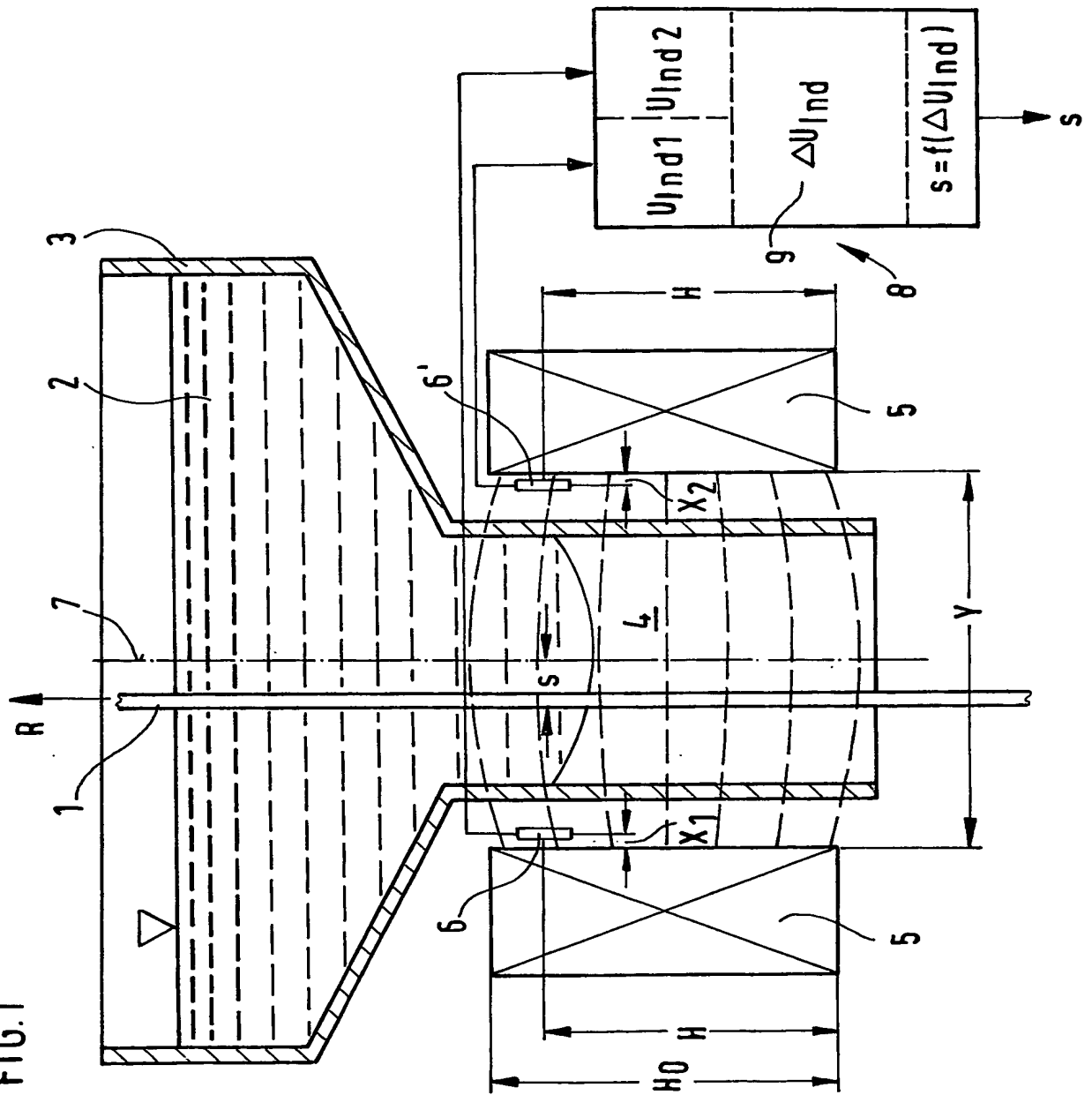


FIG. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/12791

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C23C2/24 C23C2/00 C23C2/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 06, 30 April 1998 (1998-04-30) -& JP 10 046310 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 17 February 1998 (1998-02-17) cited in the application abstract; figure 3	1-11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 09, 31 July 1998 (1998-07-31) -& JP 10 110251 A (SHINKO ELECTRIC CO LTD), 28 April 1998 (1998-04-28) abstract; figure 4  ----- -/-	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 May 2004

Date of mailing of the international search report

18/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoyer, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12791

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 02/14572 A (POHANG IRON AND STEEL COMPANY ; PARK JEONG REAL (KR); KARLSSON SVEN (S) 21 February 2002 (2002-02-21) page 10, lines 22-30; figure 3 -----	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0184, no. 48 (C-1240), 22 August 1994 (1994-08-22) & JP 6 136502 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 17 May 1994 (1994-05-17) abstract -----	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0183, no. 92 (C-1228), 22 July 1994 (1994-07-22) & JP 6 108220 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 19 April 1994 (1994-04-19) abstract -----	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/12791

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 10046310	A	17-02-1998	NONE		
JP 10110251	A	28-04-1998	NONE		
WO 0214572	A	21-02-2002	AU WO	8038501 A 0214572 A1	25-02-2002 21-02-2002
JP 6136502	A	17-05-1994	NONE		
JP 6108220	A	19-04-1994	NONE		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen

PCT/EP 03/12791

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 C23C2/24 C23C2/00 C23C2/40

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C23C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 06, 30. April 1998 (1998-04-30) -& JP 10 046310 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 17. Februar 1998 (1998-02-17) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 3	1-11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 09, 31. Juli 1998 (1998-07-31) -& JP 10 110251 A (SHINKO ELECTRIC CO LTD), 28. April 1998 (1998-04-28) Zusammenfassung; Abbildung 4  -/-	1-11

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Mai 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/05/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoyer, W

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 02/14572 A (POHANG IRON AND STEEL COMPANY ; PARK JEONG REAL (KR); KARLSSON SVEN (S) 21. Februar 2002 (2002-02-21) Seite 10, Zeilen 22-30; Abbildung 3	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0184, Nr. 48 (C-1240), 22. August 1994 (1994-08-22) & JP 6 136502 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 17. Mai 1994 (1994-05-17) Zusammenfassung	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0183, Nr. 92 (C-1228), 22. Juli 1994 (1994-07-22) & JP 6 108220 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 19. April 1994 (1994-04-19) Zusammenfassung	1-11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/12791

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 10046310	A	17-02-1998	KEINE		
JP 10110251	A	28-04-1998	KEINE		
WO 0214572	A	21-02-2002	AU WO	8038501 A 0214572 A1	25-02-2002 21-02-2002
JP 6136502	A	17-05-1994	KEINE		
JP 6108220	A	19-04-1994	KEINE		